

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局



(43)国際公開日
2004年7月15日 (15.07.2004)

PCT

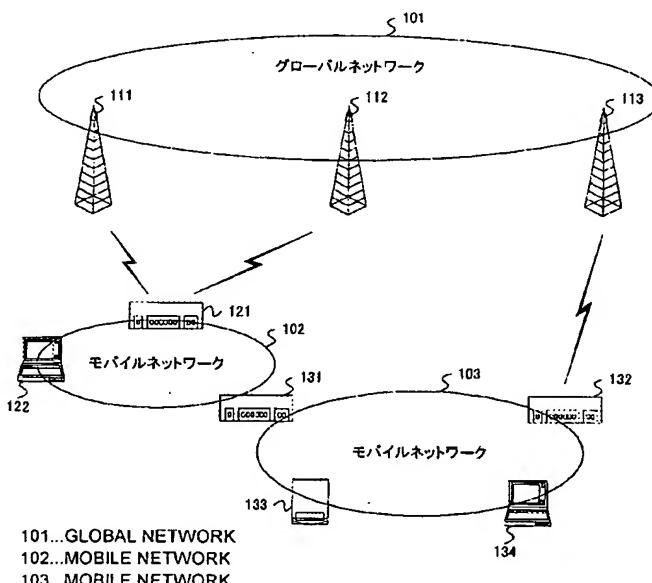
(10)国際公開番号
WO 2004/059926 A1

- (51)国際特許分類7: H04L 12/56
- (21)国際出願番号: PCT/JP2003/016687
- (22)国際出願日: 2003年12月25日 (25.12.2003)
- (25)国際出願の言語: 日本語
- (26)国際公開の言語: 日本語
- (30)優先権データ:
特願2002-378457
2002年12月26日 (26.12.2002) JP
- (71)出願人(米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72)発明者; および
(75)発明者/出願人(米国についてのみ): シーチャンワー
- (NG, Chan-Wah) [SG/SG]; 271009 シンガポール ヒムモーロード、ブロック 9A, #09-140 Singapore (SG).
タンベク ユー (IAN, Pek-Yew) [SG/SG]; 547325 シンガポール パームグローヴアヴェニュー 23, #03-28 Singapore (SG). 上豊樹 (UE, Toyoki) [JP/JP]; 〒236-0037 神奈川県横浜市金沢区六浦東1-34-3-C521 Kanagawa (JP).
- (74)代理人: 鶴田 公一 (WASHIDA, Kimihito); 〒206-0034 東京都多摩市鶴牧1丁目24-1 新都市センタービル5階 Tokyo (JP).
- (81)指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

/統葉有/

(54) Title: MOBILE NETWORK CONTROL DEVICE AND MOBILE NETWORK CONTROL METHOD

(54)発明の名称: モバイルネットワーク制御装置およびモバイルネットワーク制御方法



(57) Abstract: In a mobile router, a tunnel failure detection unit detects failure of packet tunneling executed by using a mobile router interface. According to the failure of the packet tunneling detected, a multihoming detection unit searches an interface having a connection route to a global network among a plurality of interfaces of the mobile router. A bidirectional tunneling unit executes packet tunneling by using the interface searched instead of the interface in which the packet tunneling failure has been detected.

/統葉有/

WO 2004/059926 A1



(84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (BW, GI, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

モバイルルータにおいて、トンネル障害検知ユニットは、モバイルルータのインターフェースを用いて実行されたパケットトンネリングの障害を検知する。マルチホーミング検出ユニットは、検知されたパケットトンネリングの障害に従って、モバイルルータが有する複数のインターフェースの中から、グローバルネットワークへの接続経路を有するインターフェースを検索する。双方向トンネリングユニットは、パケットトンネリングの障害の検知されたインターフェースの代わりに、検索されたインターフェースを用いてパケットトンネリングを実行する。

明細書

モバイルネットワーク制御装置およびモバイルネットワーク制御方法

5 技術分野

本発明は、モバイルネットワーク制御装置およびモバイルネットワーク制御方法に関し、特に、グローバルデータ通信ネットワーク（以下「グローバルネットワーク」と言う）との接続経路を複数有するモバイルネットワーク制御装置およびそのモバイルネットワーク制御方法に関する。

10

背景技術

今日のインターネットは、固定ネットワークノードのシステムの周辺で、多数のデータ通信ネットワーク（以下「ネットワーク」と言う）が展開する段階に発展している。これらの周辺ネットワークは、エッジネットワークとして知られており、一方、エッジネットワークに囲まれた固定ネットワークノードのシステムは、コアネットワークとして知られている。無線技術の出現および発展で、これらのエッジネットワークはさらに無線のソリューションに用いられるようになってきている。例えば、"Network Mobility Support Terminology" (Ernst, T., and Lach, H., Internet Draft: draft-ernst-nemo-terminology-01.txt, Oct 2002, Work in Progress) および "Network Mobility Support Requirements" (Ernst, T., and Lach, H., Internet Draft: draft-ernst-nemo-requirements-00.txt, Oct 2002, Work in Progress) に記述されているように、モバイルネットワークと呼ばれる特別なエッジネットワーク、つまり移動するネットワークが形成されつつある。

モバイルネットワークは、ネットワーク全体がインターネットなどのグローバルネットワークへの接続点を変更するノードのネットワークであり、通常、異なるアクセスルータ（実際には、アクセスルータ自身が移動可能であ

る) 間でグローバルネットワークへの接続点を変更する、モバイルネットワーク内のモバイルルータ（モバイルネットワークをグローバルネットワークにつなぐデバイス）を必要とする。例えば、モバイルネットワークは、人々（パーソナルエリアネットワークまたはPANとして知られる）に接続されたネットワークや、自動車、列車、船、航空機のような乗り物に配置されたセンサのネットワークを含むものである。飛行機、列車、バスなどの大量輸送システムにおいて、ラップトップ、パーソナルディジタルアシスタンス（PDA）、自動車電話を使用して遠隔のホストに接続できるようにするオンボードインターネットアクセスを乗客に提供することが可能となる。そのようなモバイルネットワーク内の個々のノードは、通常、中央の装置（すなわち、モバイルルータ）に接続しており、ネットワークが動く場合には個々のノードは接続点を変更せず、その代わりにネットワーク全体が移動するようにモバイルルータが接続点を変更する。

したがって、モバイルネットワークの問題は、IP v 4 ("Internet Protocol", DARPA, IETF RFC 791, Sep 1981 参照) でのモバイル IP v 4 ("IP Mobility Support", Perkins, C. E. et.al., IETF RCF 2002, Oct 1996 参照) および IP v 6 ("Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification", Deering, S., and Hinden, R., IETF RCF 2460, Dec 1998) でのモバイル IP v 6 ("Mobility Support in IPv6", Internet Draft: draft-ietf-mobileip-ipv6-18.txt, Work in Progress, June 2002) で言及されている従来のモビリティサポートの問題とは異なっている。モバイル IP v 4 やモバイル IP v 6 での主要目的は、ネットワーク全体よりもむしろ個々のホストに対するモビリティサポートを提供することである。

モバイル IP では、各モバイルノードは固有のホームドメインを有している。モバイルノードがそのホームネットワークに接続している場合には、そのモバイルノードには、ホームアドレスとして知られる固有のグローバルアドレスが割り当てられている。一方、モバイルノードが離れている場合、す

なわち、他のフォーリンネットワークに接続している場合は、そのモバイルノードには、通常、気付アドレス (*care-of address*) として知られる一時的なグローバルアドレスが割り当てられる。モバイルサポートのアイデアは、モバイルノードが他のフォーリンネットワークに接続された場合でも、ホームドメインを参照してそのモバイルノードに到達できるようにするものである。
5 これは、ホームネットワークにエンティティ（ホームエージェント）を導入することにより達成されるものである。

モバイルノードは、バインディングアップデートとして知られるメッセージを使用して、気付アドレスをホームエージェントに登録する。ホームエージェントは、モバイルノードのホームアドレスに出されたメッセージを傍受しなければならない。そして、IP-in-IPトンネリング ("IP-in-IP Tunneling", Simpson, W., IETF RFC 1853, Oct 1995 および "Generic Packet Tunneling in IPv6", Conta, A., and Deering, S., IETF RFC 2473, Dec 1998 参照) を使用して、モバイルノードの気付アドレスにパケットを転送しなければならない。IP-in-IPトンネリングは、オリジナルのIPパケットを別のパケットでカプセル化することを行うものである。オリジナルのパケットは内部パケット (inner packet) と呼ばれることもあり、内部パケットをカプセル化する新しいパケットは外部パケット (outer packet) と呼ばれることがある。

20 個々のホストのためのモビリティサポートの概念をノードのネットワークのためのモビリティサポートに拡張すると、モバイルネットワークの問題解決の目的は、インターネット上のどこにモバイルネットワークが接続していくても固有アドレスによってモバイルネットワーク内のノードに到達できることである。これまで、ネットワークモビリティサポートを提供するための主要な試みが幾つか存在している。それらのほとんどは、モバイルルータとモバイルルータのホームエージェントとの間の双方向トンネルを利用するものである ("Mobile Router Tunneling Protocol", Knivetton, T.,

et.al., Internet Draft: draft-kniveton-mobrtr-03.txt, Work in Progress, Nov 2002、"Issues in Designing Mobile IPv6 Network Mobility with the MR-HA Bidirectional Tunnel (MRHA)", Internet-Draft: draft-petrescu-nemo-mrha-00.txt, Work in Progress, Oct 2002、"IPv6 Reverse Routing Header and Its Application to Mobile Networks", Thubert, P., and Molteni, M., Internet Draft: draft-thubert-nemo-reverse-routing-header-01.txt, Work in Progress, Oct 2002、および"Mobile Networks Support in Mobile IPv6 (Prefix Scope Binding Updates)", Ernst, T., Castelluccia, C., Bellier, L., Lach, H., and Olivereau, A., Internet Draft: draft-ernst-mobileip-v6-network-03.txt, Mar 2002 参照)。

モバイルルータとホームエージェントとの間の双方向トンネルでは、ホームドメインに存在するときには、モバイルネットワークを管理するモバイルルータが幾つかのルーティングプロトコルを使用してモバイルネットワークにおけるパケットのルーティングを行う。一方、モバイルルータおよびそのネットワークがフォーリンネットワークに移動するときには、モバイルルータがホームエージェントにその気付アドレスの登録を行う。その後、モバイルルータとホームエージェントとの間で IP-in-IP トンネルを設定する。モバイルルータは、ホームドメインに存在したときに使用したルーティングプロトコルを IP-in-IP トンネル上でも使用する。これは、モバイルネットワークに向かう全てのパケットがホームエージェントに傍受され、IP-in-IP トンネルを介してモバイルルータに転送されることを意味する。そして、モバイルルータは、そのモバイルネットワーク内のホストにパケットを転送する。また、そのモバイルネットワーク内のノードがネットワーク外にパケットを送信したい場合には、モバイルルータはパケットを傍受し、IP-in-IP トンネルを介してホームエージェントに転送し、その後、ホームエージェントは意図された受信者（モバイルネットワーク内の

ノードが設定したパケットの宛先) にパケットを送信する。

ところで、上述の双方向トンネルによる単純なアプローチでは、IP v 4 や IP v 6 における他の強力な特徴（例えば、マルチホーミングなど）の要求を十分に満たすことはできない。グローバルネットワークへの独立経路を
5 提供する複数のイグレスインターフェースが存在する場合、モバイルネットワークはマルチホームとなり得る。これらのインターフェースが全て同一のルータに属する場合は、そのルータのみがマルチホームになっている。そのルータの配下に存在するモバイルネットワークのノードは、一つのイグレスルータのみが見えるだけであってマルチホームになっていない。一方、これらの
10 インタフェースが別々のルータに属する場合は、モバイルネットワークのノードは複数のイグレスルータが見え、よってマルチホームになっている。

一般に、モバイルネットワークは、グローバルネットワークと無線接続を行っている。近年、無線技術は格段の進歩を遂げているが、まだ有線ネットワークに比べて、チャネルの不安定性やノイズの問題が生じやすい。マルチホーミングの利点の一つは、あるアップリンクがダウンした場合でもネットワークノードがグローバルネットワークと相互に接続するための代替パスを使用できるという点である。

しかしながら、モバイルルータによって使用される双方向トンネルのメカニズムでは、ノードは、デフォルトルータとして一つのルータしか選択する
20 ことができない。このルータがグローバルネットワークに接続できなくなつた場合、ルータは、ホームエージェントとのトンネルを維持することができない。また、このルータを使用しているノードも、グローバルネットワークへのアクティブなリンクを持つ他のモバイルルータが同一ネットワーク上に存在していてもグローバルネットワークへの接続性を失ってしまう。そして、
25 モバイルネットワークのノードは、やがてデフォルトルータがグローバルネットワークへの経路を失ったことを認識し、代替モバイルルータをデフォルトルータとして選択することになる。

このような方式は、モバイルネットワークのノードが自ら経路発見を行うことに依存しており、例えば、非常に限定された処理能力を有する組込型デバイスなどのノードに対して処理負荷を与えてしまうことになる。また、ノードが現在のデフォルトの経路がダウンしたことを認識するための遅延が生じる可能性がある。さらに、異なるモバイルルータが異なるサブネットのブリッジをプロードキャストするため、モバイルノードが最終的にデフォルトルータの切り替えを行った場合には、異なる気付アドレスを使用しなければならなくなり、ホームエージェントにバインディングアップデートを送信する必要が生じ、経路発見の遅延をさらに増大させてしまう。

10

発明の開示

本発明の目的は、モバイルネットワークのノードに処理負荷を与えることなく伝送効率を向上させることができるモバイルネットワーク制御装置およびモバイルネットワーク制御方法を提供することである。

15 本発明の一形態によれば、モバイルネットワーク制御装置は、モバイルネットワークに属するノードとグローバルネットワークとの間に構築され且つ前記グローバルネットワークへの接続経路を有するインターフェースを有し前記モバイルネットワークに属するルータ装置を介して構築された接続を維持するモバイルネットワーク制御装置であって、前記ルータ装置の第一のインターフェースを用いて実行されたパケットトンネリングの障害を検知する検知手段と、検知されたパケットトンネリングの障害に従って、前記ルータ装置の第二のインターフェースを検索する検索手段と、検索された第二のインターフェースを第一のインターフェースの代わりに用いてパケットトンネリングを実行する実行手段と、を有する。

20 本発明の他の形態によれば、モバイルネットワーク制御方法は、モバイルネットワークに属するノードとグローバルネットワークとの間に構築され且つ前記グローバルネットワークへの接続経路を有するインターフェースを有し

前記モバイルネットワークに属するルータ装置を介して構築された接続を維持するモバイルネットワーク制御方法であって、前記ルータ装置の第一のインターフェースを用いて実行されたパケットトンネリングの障害を検知する検知ステップと、前記検知ステップで検知したパケットトンネリングの障害に
5 従って、前記ルータ装置の第二のインターフェースを検索する検索ステップと、前記検索ステップで検索した第二のインターフェースを第一のインターフェースの代わりに用いてパケットトンネリングを実行する実行ステップと、を有する。

10 図面の簡単な説明

図1は、本発明の一実施の形態に係るモバイルネットワーク制御装置を適用したモバイルルータを有する一般的な通信ネットワークシステムの構成図、
図2は、上記モバイルルータの内部構成を示すブロック図、
図3は、上記モバイルルータにおける動作例を説明するためのフロー図、
15 図4Aは、上記モバイルルータにおける他の動作例を説明するためのフロー図、
図4Bは、図4Aに示す動作例の続きを説明するためのフロー図である。

発明を実施するための最良の形態

20 上記問題を解決するため、本発明は、モバイルネットワーク制御装置を適用したモバイルルータが代替ルータを代わりに使用できるようにする。これは、モバイルルータが、グローバルネットワークへの独立経路を有するあるイングレスインターフェース (ingress interface) のネットワークセグメント上の他のモバイルルータの存在を検知することを伴う。モバイルルータのイ
25 グレスリンクが切断した場合、モバイルルータは他のモバイルルータから気付アドレスを取得し、ホームエージェントにバインディングアップデートを送信し、他のモバイルルータを通る双方向トンネルを再構築する。同様に、

イグレスインターフェース (egress interface) を複数有するモバイルルータも、双方向トンネルを維持する場合にイグレスインターフェース間の切り替えを行うことが可能である。これによって、モバイルネットワークのノードは、デフォルトルータを変更する必要がなくなる。実際、モバイルネットワークのノードは、モバイルルータがグローバルネットワークへの代替経路を切り替えたことを認識する必要がない。このよに、デフォルトルータの切り替えや気付アドレスのバインディングの更新を実行するモバイルネットワークのノードに係るあらゆる余計な処理負荷や待ち時間が取り除かれ、結果的に伝送効率を向上させることができる。

10 本発明は、グローバルネットワーク内でローミングするモバイルルータに
関し、モバイルルータのイグレスインターフェースに接続するノードとその
ホームエージェントとの間での双方向トンネルを介しての接続性を維持する
ためのものである。本発明では、モバイルルータが受動的にそのイグレス
インターフェースに入ってくる情報を調べ、グローバルネットワークへの代替
経路をプロードキャストする他のモバイルルータが存在するか否かを検知す
る必要がある。そのような他のモバイルルータが存在する場合、検知を行つ
たモバイルルータは、イグレスインターフェースに障害が発生した場合に常に
上記の代替経路を介してホームエージェントとの双方向トンネルを再構築す
る。さらに、モバイルルータ自身がマルチホームの場合もある。この場合に
20 は、双方トンネルの主要イグレスインターフェースに障害が発生したとき、
モバイルルータがイグレスインターフェース間で接続を切り替えることが可能
となる。

以下、ローミングネットワーク（モバイルネットワーク）にグローバルな
接続性を提供するための装置および方法を開示する。開示される発明の理解
25 を支援するため、次の定義が使用される。

「パケット」は、データネットワーク上で传送可能なあらゆるフォーマット
トを有するデータの自己内包型ユニットである。パケットは通常、ヘッダお

よりペイロードの二つの部分で構成される。ペイロードは、伝送されるデータを含んでおり、ヘッダは、パケットの伝送を援助するための情報を含んでいる。ヘッダは、パケットの送信者と受信者とをそれぞれ識別するためのソースアドレスおよびデスティネーションアドレスを有する。

- 5 「パケットトンネリング」は、自己内包型のパケットが他のパケットにカプセル化されることを言う。パケットトンネリングの動作は、パケットのカプセル化とも呼ばれる。また、カプセルに入れられているパケットは「トンネル化されたパケット」または「内部パケット」と呼ばれ、内部パケットをカプセルに入れるパケットは「トンネリングパケット」または「外部パケット」10 と呼ばれる。内部パケット全体は外部パケットのペイロードを形成している。

ネットワーク要素の「デフォルトルータ」は、あるネットワーク要素が目的地までの他の接続経路を知らず送信した全パケットが届けられるルータであり且つ当該ネットワーク要素と同一リンクに所在しているルータのことを15 言う。

- 「モバイルノード」は、グローバルネットワークとの接続点を変更するネットワーク要素である。例えば、「モバイルノード」は、エンドユーザ端末や、グローバルネットワークとの接続点を変更することが可能なゲートウェイ、ルータまたはインテリジェントネットワークハブとして機能する中間ネット20 ワーク要素のことを言う。エンドユーザ端末であるモバイルノードは、具体的には「モバイルホスト」と呼ばれる一方、中間ネットワーク要素であるモバイルノードは、具体的には「モバイルルータ」と呼ばれる。

「ホームアドレス」は、モバイルノードに割り当てられた主要なグローバルアドレスであり、モバイルノードがグローバルネットワーク上のどこに接続しているかによらずモバイルノードに到達できるようにするために使用するものである。

ホームアドレスが接続点近傍で使用されるアドレスとトポロジ的に互換性

を持つ地点でグローバルネットワークに接続しているモバイルノードは、「ホームにいる」と言う。単一の監視権限により制御される接続点近傍は、モバイルノードの「ホームドメイン」と言う。

- ホームアドレスが接続点近傍で使用されるアドレスとトポロジ的に互換性
5 持たない地点でグローバルネットワークに接続しているモバイルノードは、「離れている」と言う。この接続点近傍は、モバイルノードの「フォーリン
ドメイン」と言う。

- 「気付アドレス」は、離れているモバイルノードに割り当てられる一時的なグローバルアドレスであり、割り当てられた気付アドレスは、グローバル
10 ネットワークへの接続点近傍で使用されるアドレスとトポロジ的に互換性を持つ。

- 「ホームエージェント」は、モバイルノードのホームドメインに存在する
ネットワークエンティティであり、モバイルノードが離れているとき、モバイルノードの気付アドレスの登録サービスを行って、モバイルノードのホームアドレス宛てのパケットをモバイルノードの気付アドレスに転送するもの
15 である。

- 「バインディングアップデート」は、モバイルノードからそのホームエージェントまたはコレスポンデントノードに対して送られるメッセージであり、
送信者（モバイルノード）の現在の気付アドレスを受信者（ホームエージェントまたはコレスポンデントノード）に通知するものである。これによって、
20 受信者側において、モバイルノードの気付アドレスとホームアドレスとの間に「バインディング」が作られる。

- 以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。
なお、以下の記述では、本発明の完全に理解するための説明において、具体的な数、時間、構造、その他のパラメータが使用されるが、このような具体的な記述がなくても本発明の実施が可能なことは当業者にとって明白である。
25

図1は、本発明の一実施の形態に係るモバイルネットワーク制御装置を適用したモバイルルータを有する一般的な通信ネットワークシステムの構成図である。図1に示された通信ネットワークシステムにおいて、グローバルネットワーク101にモバイルネットワークに接続する二つのマルチホームの
5 モバイルネットワーク102、103内の動作は最適化される。

図1では、モバイルネットワーク102のモバイルルータ121が、グローバルネットワーク101の二つのアクセスポイント111、112を介してグローバルネットワーク101に接続する二つのイグレスインターフェースを有しているので、モバイルネットワーク102はマルチホームである。また、モバイルネットワーク103も、モバイルネットワーク102に接続しているイグレスインターフェースを介してグローバルネットワーク101に接続し、且つ、グローバルネットワーク101のアクセスポイント113に接続するイグレスインターフェースを介してグローバルネットワーク101に接続しているので、やはりマルチホームである。
10

モバイルネットワーク102、103はいずれもマルチホームではあるが、
15 両者には違いがある。モバイルルータ131は上記イグレスインターフェースにグローバルネットワーク101への接続経路（以下「グローバル接続」と言う）を有していることをプロードキャストしないので、モバイルネットワーク102内のモバイルノード122からは一つのデフォルトルータ、すなわちモバイルルータ121のみが見えている。一方、モバイルネットワーク
20 103内のモバイルノード133、134からは、二つのデフォルトルータ、すなわちモバイルルータ131、132が見えている。

上記のように、異なるタイプのマルチホームのモバイルネットワークが図示されており、これによって本発明を完全に開示することが可能である。

25 図1に示されたモバイルルータ121、131、132は同様の内部構成を有している。図2は、モバイルルータ121、131、132の内部構成を示すブロック図である。

モバイルルータ 121、131、132は、上位レイヤ部 201、マルチホーミング検知ユニット 202、双方向トンネリングユニット 203、トンネル障害検知ユニット 204、単数または複数（例えばN個）のネットワークインターフェース（以下「インターフェース」と言う） 205-1、205-2、…、205-Nを有する。以下、インターフェース 205-1～205-Nの任意の一つを単にインターフェース 205と言う。

上位レイヤ部 201は、例えばIP v4やIP v6などのネットワークプロトコルおよびこれよりも上位の全てのプロトコルを扱い端末間接続に関連した全てのプロトコルをカプセル化する実際のプロトコルスタックを象徴するブロックである。同様に、インターフェース 205-1～205-Nは、全ての必要なドライバと、物理的なネットワークインターフェースカードを駆動するために必要なプロトコルスタックとを有する物理的なネットワークインターフェースカードを象徴するブロックである。

一般に、インターフェース（例えば、インターフェース 205-1～205-N）には、イグレスインターフェースとして用いられる一つ以上のインターフェースと、イングレスインターフェースとして用いられる一つ以上のインターフェースと、が含まれる。イングレスインターフェースはローカルネットワーク（例えば、モバイルネットワーク 102、103）上のネットワーク要素（例えば、モバイルノード 122、133、134）と接続しており、イグレスインターフェースはグローバルネットワーク（例えば、グローバルネットワーク 101）に接続している。

ここで、ネットワークプロトコル層とネットワークインターフェース層との間に挿入された中間の機能性（すなわち、マルチホーミング検知ユニット 202、双方向トンネリングユニット 203およびトンネル障害検知ユニット 204の機能性）について詳述する。

マルチホーミング検知ユニット 202は、グローバルネットワークへのパスの有効性をプロードキャストする別のルータが、イングレスリンクの一つ

- と同一のリンク上に存在するか否かを検知する。この検知は、パケットフローパス 216 によってインターフェース 205 から入ってくる全てのパケットを検査することによって行われる。これらのパケットは、パケットフローパス 211 によって、通常の処理を行うために上位レイヤ部 201 に渡される。
- 5 さらに、マルチホーミング検知ユニット 202 は、インターフェース 205-1 ~ 205-N の中に、信号フローパス 219 を介してアクティブなイグレスインターフェースが複数存在するか否かを判定することによって、モバイルルータ 121、131、132 自体がマルチホームか否かを検知することも可能である。
- 10 双方向トンネリングユニット 203 は、到来するパケットおよび送出するパケットのための双方向のパケットトンネリングを行う。パケットフローパス 212 から送出される全てのパケットはカプセル化され、ホームエージェントに転送される。上位レイヤ部 201 では、パケットフローパス 212 を経由してグローバルネットワーク 101 に向かうよう定められた送出パケットの切り替えのみが行われることが期待される。パケットをイングレスリンクの一つに定めるために、上位レイヤ部 201 は、パケットフローパス 213 を用いて適切なインターフェース 205 に直接パケットを切り替えることも可能である。カプセル化の後、送出パケットは、送出されるべき適切なインターフェース 205 に経路が定められることとなる。
- 15 トネル障害検知ユニット 204 は、信号フローパス 218 を介して、双方向トンネリングが通るリンクの切断、つまり双方向パケットトンネリングの障害を検知する。トネルの障害は、ホームエージェントがトネルパケットを受け取る能力がない場合に起こり得る。このようなトネルの障害は、

例えば、インターフェース 205 によって指示されたり、または、中間ルータによってパケットが矛盾なく拒絶されたりすることにより、発生する。一般に、インターフェース 205 を含むほとんどの有線または無線のインターフェースは、物理チャネルのリンクステータスを尋ねるためにシステムコールを提供している。トンネル障害検知ユニット 204 は、そのようなシステムコールによってリンクの切断を検知することが可能である。

さらに、何らかの理由によって、中間のネットワークノードが、次の（中間の）目的地にパケットを転送することができない場合、ほとんどのネットワークプロトコルは、この障害を送信者に通知するために送信者にフィードバックする手段を提供している。再び、トンネル障害検知ユニット 204 は、そのような通知を捕らえて、延長された期間にわたってそのような通知を一貫して受け取った後、障害が発生したトンネルを断定することが可能である。障害が検知された場合は、それがトリガーとなって、双方トンネリングユニット 203 は、信号フローパス 215 を使用して適切な処置を講ずることとなる。

本発明の適用可能性は、グローバルネットワーク 101 への代替経路を持っている他のルータの検知／発見に大きく依存している（以下、説明を容易にするため、グローバルネットワーク 101 への代替経路を有するルータを「代替ルータ」と言う）。したがって、マルチホーミング検知ユニット 202 は、ここで非常に重要な役割を果たす。マルチホーミング検出ユニット 202 は、他の代替ルータの存在を検出するために、到来する全てのパケットを監視し、他のルータによって送られたアドバタイズメントメッセージを含んでいるパケットを検知する。

パケット交換型のネットワークにおいて使用されるほとんどのネットワークプロトコルでは、ルータは、そのルータに関する情報を含むアドバタイズメントメッセージを同一のリンク上の全てのノードに例えば周期的にブロードキャストする。これらのメッセージから、受信ノードは、そのルータがグ

- ローバルネットワークに対してパスを持っているかどうかを知ることが可能である。例えば、"Neighbor Discovery for IP Version 6" (Narten, T., Nordmark, E., and Simpson, W., IETF RFC 2461, Dec 1998) に記述された
- IP v 6 近隣探索において、ルータがそのイングレスリンク上のノードにアドバタイズメントメッセージを送信する場合、ルータライフタイムフィールドを零ではない値に設定した上でアドバタイズメントメッセージを送信する。
- これによりブロードキャストされたライフタイムの間はデフォルトルータ(すなわち、グローバルネットワークに対して接続経路を持っているルータ)として利用可能であることを示すことが可能である。したがって、モバイルルータ 121、131、132 上のマルチホーミング検知ユニット 202 を
- IP v 6 環境で実施する場合においては、このことを利用して他の代替ルータの存在を検知することが可能である。一旦代替ルータが検知されたならば、その代替ルータを、マルチホーミング検知ユニット 202 によって保持されている代替ルータのリストに加えることが可能である。
- さらにモバイルルータ 121、131、132 は、複数のアクティブなイグレスインターフェースを同時に有する可能性、換言すれば、それ自体がマルチホームである可能性もある。これは、マルチホーミング検知ユニット 202 によって検知される。ただし、イグレスインターフェースの一つが、ローカルネットワークから送出される全てのパケットが使用するプライマリイグレスインターフェースとなることを前提とする。また、双方向トンネルが通る通常のイグレスインターフェースにもなる。
- この場合、他のアクティブなイグレスインターフェースは、代替イグレスインターフェースとして区別され、マルチホーミング検知ユニット 202 によって保持されている代替イグレスインターフェースのリストに格納される。さらに、マルチホーミング検知ユニット 202 は、インターフェース 205-1 ~ 205-N を連続的に監視するので、もはやアクティブでないイグレスインターフェースが検知された場合には、このようなイグレスインターフェースを代

替イグレスインターフェースのリストから削除することも可能である。

次いで、モバイルルータ 121、131、132における動作について説明する。以下の開示の最初の部分では、マルチホームではないモバイルルータ（例えば、モバイルルータ 132）においてイグレスインターフェースがダウンした場合について記載し、後の部分では、マルチホームのモバイルルータ（例えば、モバイルルータ 121）においてイグレスインターフェースがダウンした場合について記載することにより、本発明を一般化する。

通常の動作下では、双方向トンネリングユニット 203は、トンネルパケットを送出するためにプライマリイグレスインターフェースを使用する。トンネル障害検知ユニット 204は、プライマリイグレスインターフェースを通るトンネリングの障害を検知した場合、パケットトンネリングのための代替の接続経路が構築されなければならない。なお、以下の説明において、インターフェース 205-1を、障害が発生したトンネリングに用いられたイグレスインターフェースと仮定する。

15 まず、マルチホームではないモバイルルータ 132における動作について図 3を参照しながら説明する。

トンネル障害検知ユニット 204がインターフェース 205-1を用いた双方向トンネリングの障害を検知（S1010）した後、マルチホーミング検知ユニット 202は、代替ルータのリスト上のルータを取得するためのチェックを行うことにより、グローバル接続を有するルータの有無を判定する（S1020）。この判定の結果、グローバル接続を有するルータが代替ルータのリストに含まれている場合（S1020：YES）、リスト上の当該ルータを選択し、ステップ S1030に進む。グローバル接続を有するルータが存在しない、つまり代替ルータのリストが空の場合（S1020：NO）、モバイルルータ 132は切断状態に入らなければならない（S1040）。切断状態では、モバイルルータ 132はグローバルネットワーク 101に転送すべき全てのパケットを廃棄しイグレスリンクが回復するのを受動的に待機しなけ

ればならないかもしないので、ステップ S 1110 に進む。

- ステップ S 1030 では、選択したルータから気付アドレスを取得する必要性があるか否かを判断する。例えば、選択したルータが存在するリンクへのイングレスインターフェース、換言すれば、選択したルータへの接続経路を有するイングレスインターフェース（本実施の形態では「インターフェース 205-A」と言う）の現在アドレスが有効なグローバルアドレスでない場合は（例えば、現在アドレスがプライベートアドレスの場合）、選択したルータから気付アドレスを取得する（割り当ててもらう）必要性がある（S 1030 : YES）ため、選択したルータから気付アドレスを取得する（S 1050）。
- 一方、現在アドレスが有効なグローバルアドレスである場合は、選択したルータから気付アドレスを取得する必要性がない（S 1030 : NO）ため、ステップ S 1050, S 1060 をスキップしてステップ S 1070 に進む。
- なお、マルチホーミング検知ユニット 202 は、新しい代替ルータを発見したとき、即座に代替ルータから気付アドレスを取得しても良い。この場合は、発見された代替ルータの気付アドレスは、代替ルータエントリとともに代替ルータのリストに格納される。このようにすることで、ステップ S 1020 でルータ選択を行った後にステップ S 1050 で気付アドレス取得を行う必要性をなくすことができる。
- そして、ステップ S 1060 では、ステップ S 1050 での気付アドレス取得に成功したか否かを判定する。気付アドレス取得に成功した場合（S 1060 : YES）、ステップ S 1070 に進む一方、気付アドレス取得に失敗した場合（S 1060 : NO）、ステップ S 1100 に進む。

ステップ S 1070 では、選択したルータを通じてホームエージェントにバインディングアップデートを送信する。このバインディングアップデートは、モバイルルータ 132 が双方向トンネルの開始アドレスをインターフェース 205-A のアドレスに変更する旨をホームエージェントに通知するため送信される。そして、バインディングアップデート送信に対する肯定応答

(ACK) の受信を待つ。

そして、ステップS1080では、ACKを受信したか否かを判定する。

ACKを受信した場合 (S1080: YES)、ホームエージェントとの双方
5 向トンネルが臨時措置として新たに構築されたことになる。そして、ステッ
プS1090に進む。一方、ACKの受信待機中にタイムアウトになった場
合または否定応答 (NACK) を受信した場合 (S1080: NO)、ステッ
プS1100に進む。

ステップS1090では、双方向トンネリングユニット203は、インタ
フェース205-Aを双方向トンネルの出発点（終点）となるインターフェー
10 スとして使用できるようにするとともに、インターフェース205-Aから選
択したルータへのリンクに関連づけられたグローバルアドレス（気付アドレ
ス）を、双方向トンネルの新しい一時的なソースアドレス（デスティネーシ
ョンアドレス）として使用できるようにする。そして、インターフェース20
5-Aを用いた双方向トンネリングを実行する。そして、ステップS111
15 0に進む。

ステップS1100では、選択したルータをリストから除外する。このよ
うに、選択したルータをリストから除外するため、代替ルータのリストのメ
ンテナンスを行うことができ、後々に実行される同様の代替経路検索動作を
効率化することができる。ステップS1100を実行した後、ステップS1
20 020に戻る。

ステップS1110では、トンネル障害検知ユニット204は、切断され
ているリンク、つまりインターフェース205-1とグローバルネットワーク
101とのリンクの監視を行う。そして、このリンクが回復するまで継続的
に監視を行い、このリンクが回復した場合、ステップS1120に進む。ス
テップS1120では、臨時措置として構築されていた双方向トンネルを解
除し、インターフェース205-1を用いた双方向トンネリングを再開する。

なお、図3には示されていないが、トンネル障害検知ユニット204は、

臨時措置として新たに構築されている双方向トンネリングの障害の監視も行う。この双方向トンネリングの障害が検知された場合、図3に示されたものと同様の動作が実行されることは明らかである。

また、モバイルルータ132が複数の気付アドレスを同時に登録することをホームエージェントが認める場合は、上記の動作をさらに最適化することが可能である。より具体的には、マルチホーミング検知ユニット202が新しい代替ルータを発見し、この代替ルータから気付アドレスを取得した場合は常に、取得した気付アドレスを代替気付アドレスとして登録するためのバインディングアップデートをホームエージェントに直ちに送信する。このようにした場合、ルータが選択された後に気付アドレス要求やバインディングアップデート送信が行われる必要がない。したがって、臨時措置としての双方向トンネリングの構築が必要になってから実際に双方向トンネリングが構築されるまでの処理を簡略化することができ所要時間を短くすることができる。

15 次いで、マルチホームのモバイルルータ121における動作について図4 Aおよび図4 Bを参照しながら説明する。

トンネル障害検知ユニット204がインターフェース205-1を用いた双方向トンネリングの障害を検知(S1010)した後、マルチホーミング検知ユニット202は、代替イグレスインターフェースのリスト上のイグレスインターフェースを取得するためのチェックを行うことにより、アクティブなイグレスインターフェースの有無を判定する(S1011)。この判定の結果、アクティブなイグレスインターフェースが代替イグレスインターフェースのリストに含まれている場合(S1011: YES)、リスト上の当該イグレスインターフェース(以下「インターフェース205-B」と言う)を選択し、ステップ25 S1012に進む。アクティブなイグレスインターフェースが存在しない、つまり代替イグレスインターフェースのリストが空の場合(S1011: NO)、ステップS1020に進む。すなわち、代替イグレスインターフェースのリス

トが空の場合、モバイルルータ 121 は、上で説明したモバイルルータ 132 における動作と同様の動作を引き続き実行することとなる (S1020～S1120)。

ステップ S1012 では、選択したインターフェース 205-B を通じてホームエージェントにバインディングアップデートを送信する。このバインディングアップデートは、モバイルルータ 121 が双方向トンネルの開始アドレスをインターフェース 205-B のアドレス（気付アドレス）に結びつけるために送信される。そして、バインディングアップデート送信に対する肯定応答 (ACK) の受信を待つ。

10 そして、ステップ S1013 では、ACK を受信したか否かを判定する。ACK を受信した場合 (S1013 : YES)、ホームエージェントとの双方向トンネルが臨時措置として新たに構築されたことになる。そして、ステップ S1014 に進む。一方、ACK の受信待機中にタイムアウトになった場合または否定応答 (NACK) を受信した場合 (S1013 : NO)、ステップ S1015 に進む。

ステップ S1015 では、選択したインターフェース 205-B をリストから除外する。このように、選択したイグレスインターフェースをリストから除外するため、代替イグレスインターフェースのリストのメンテナンスを行うことができ、後々に実行される同様の代替経路検索動作を効率化することができる。ステップ S1015 を実行した後、ステップ S1011 に戻る。

一方、ステップ S1014 では、双方向トンネリングユニット 203 は、インターフェース 205-B を臨時の双方向トンネルに使用できるようにし、インターフェース 205-B を用いた双方向トンネリングを実行する。そして、ステップ S1016 に進む。

25 ステップ S1016 では、トンネル障害検知ユニット 204 は、切断されているリンク、つまりインターフェース 205-1 とグローバルネットワーク 101 とのリンクの監視を行う。そして、このリンクが回復するまで継続的

に監視を行い、このリンクが回復した場合、ステップ S 1 0 1 7 に進む。ステップ S 1 0 1 7 では、臨時措置として構築されていた双方向トンネルを解除し、インターフェース 2 0 5 - 1 を用いた双方向トンネリングを再開する。

なお、図 4 A および図 4 B には示されていないが、トンネル障害検知ユニット 2 0 4 は、臨時措置として新たに構築されている双方向トンネリングの障害の監視も行う。この双方向トンネリングの障害が検知された場合、図 4 A および図 4 B に示されたものと同様の動作が実行されることは明らかである。

また、モバイルルータ 1 2 1 が複数の気付アドレスを同時に登録することをホームエージェントが認める場合は、上記の動作をさらに最適化することが可能である。より具体的には、マルチホーミング検知ユニット 2 0 2 が新しい代替イグレスインターフェースを発見した場合は常に、その気付アドレスを代替気付アドレスとして登録するためのバインディングアップデートをホームエージェントに直ちに送信する。このようにした場合、イグレスインターフェースが選択された後に気付アドレス要求やバインディングアップデート送信が行われる必要がない。したがって、臨時措置としての双方向トンネリングの構築が必要になってから実際に双方向トンネリングが構築されるまでの処理を簡略化することができ所要時間を短くすることができる。

なお、複数のイグレスインターフェースを備えたモバイルルータ 1 2 1 に関する上記の説明は、モバイルルータ 1 2 1 が单一の双方向トンネルのみを有し、複数のイグレスインターフェースの一つのみをプライマリイグレスインターフェースとして使用するよう構成されていることを前提としている。ただし、双方向トンネルのためにプライマリイグレスインターフェースとして使用されるイグレスインターフェースのそれぞれに対してマルチホーミング検知ユニット 2 0 2 、双方向トンネリングユニット 2 0 3 およびトンネル障害検知ユニット 2 0 4 を設けることにより、上記の前提をなくし本発明を拡張することができる。この場合、図 3 に示された動作ならびに図 4 A および図 4 B

に示された動作は、各双方向トンネルにおいて実行可能である。特に、ある一つの双方向トンネルに関連したマルチホーミング検知ユニット 202 は、その他の双方向トンネルのプライマリイグレスインターフェースを代替イグレスインターフェースとみなす。そして、必要に応じて双方向トンネリングの障害を補うために、他のプライマリイグレスインターフェースを使用することが可能である。

このように、本実施の形態によれば、ホームエージェントとの双方向トンネリングを使用するモバイルルータが、ネットワークプロトコルにおいて用いられたマルチホーミング技術を効率よく利用し、イグレスリンクの障害によって生じる不適当な影響を最小限に抑えることが可能となる。ここで開示された発明を用いて、モバイルルータは、ホームエージェントとの双方向トンネルを再構築するために、代替経路をアクティブに検索することが可能となり、その結果、モバイルルータに接続する各モバイルノードがデフォルトルータを切り替える処理（通常、この処理は時間を要する）を行う必要をなくすことが可能となり、リンクの障害による切断の影響が最小限に抑えることが可能となる。

本明細書は、2002年12月26日出願の特願2002-378457に基づく。この内容はすべてここに含めておく。

20 産業上の利用可能性

本発明のモバイルネットワーク制御装置およびモバイルネットワーク制御方法は、モバイルネットワークのノードに処理負荷を与えることなく伝送効率を向上させる効果を有し。グローバルネットワークとの接続経路を複数有するモバイルネットワーク制御装置およびそのモバイルネットワーク制御方法として有用である。

請求の範囲

1. モバイルネットワークに属するノードとグローバルネットワークとの間に構築され且つ前記グローバルネットワークへの接続経路を有するインターフェースを有し前記モバイルネットワークに属するルータ装置を介して構築された接続を維持するモバイルネットワーク制御装置であって、
5 前記ルータ装置の第一のインターフェースを用いて実行されたパケットトンネリングの障害を検知する検知手段と、
検知されたパケットトンネリングの障害に従って、前記ルータ装置の第二
10 のインターフェースを検索する検索手段と、
検索された第二のインターフェースを第一のインターフェースの代わりに用いてパケットトンネリングを実行する実行手段と、
を有する、モバイルネットワーク制御装置。
2. 前記検索手段は、
15 前記グローバルネットワークへの接続経路を有し前記モバイルネットワークに属する代替ルータ装置を検索する代替ルータ検索手段を有し、
前記ルータ装置に備えられたインターフェースのうち検索された代替ルータ装置への接続経路を有するイングレスインターフェースを第二のインターフェースに決定する、請求の範囲1記載のモバイルネットワーク制御装置。
- 20 3. 前記検索手段は、
前記イングレスインターフェースのアドレスと前記ルータ装置のアドレスとの結合を登録する登録手段を有し、
前記代替ルータ検索手段は、
前記登録手段が前記結合の登録に失敗した場合、他の代替ルータ装置を検
25 索する、請求の範囲2記載のモバイルネットワーク制御装置。
4. 前記登録手段は、
前記イングレスインターフェースの現在のアドレスがグローバルアドレスで

ない場合、検索された代替ルータ装置からグローバルアドレスを取得し、取得されたグローバルアドレスと前記ルータ装置のアドレスとの結合を登録する、請求の範囲3記載のモバイルネットワーク制御装置。

5. 前記代替ルータ検索手段は、

- 5 前記登録手段がグローバルアドレスの取得に失敗した場合、他の代替ルータを検索する、請求の範囲4記載のモバイルネットワーク制御装置。

6. 前記検索手段は、

前記ルータ装置に備えられたインターフェースのうち前記グローバルネットワークへの接続経路を有する代替イグレスインターフェースを検索する代替イ

- 10 シタフェース検索手段を有し、

前記代替インターフェース検索手段によって代替イグレスインターフェースが検索された場合、当該代替イグレスインターフェースを第二のインターフェースに決定し、

前記代替ルータ検索手段は、

- 15 前記代替インターフェース検索手段によって代替イグレスインターフェースが検索されなかった場合、代替ルータ装置の検索を行う、請求の範囲2記載のモバイルネットワーク制御装置。

7. 前記検索手段は、

- 検索された代替イグレスインターフェースのアドレスと前記ルータ装置のア
20 ドレスとの結合を登録する登録手段を有し、

前記代替ルータ検索手段は、

前記登録手段が前記結合の登録に失敗した場合、他の代替イグレスインターフェースを検索する、請求の範囲6記載のモバイルネットワーク制御装置。

8. モバイルネットワークに属するノードとグローバルネットワークとの
25 間に構築され且つ前記グローバルネットワークへの接続経路を有するインターフェースを有し前記モバイルネットワークに属するルータ装置を介して構築された接続を維持するモバイルネットワーク制御方法であって、

前記ルータ装置の第一のインターフェースを用いて実行されたパケットトンネリングの障害を検知する検知ステップと、

前記検知ステップで検知したパケットトンネリングの障害に従って、前記ルータ装置の第二のインターフェースを検索する検索ステップと、

- 5 前記検索ステップで検索した第二のインターフェースを第一のインターフェースの代わりに用いてパケットトンネリングを実行する実行ステップと、
を有する、モバイルネットワーク制御方法。

1/5

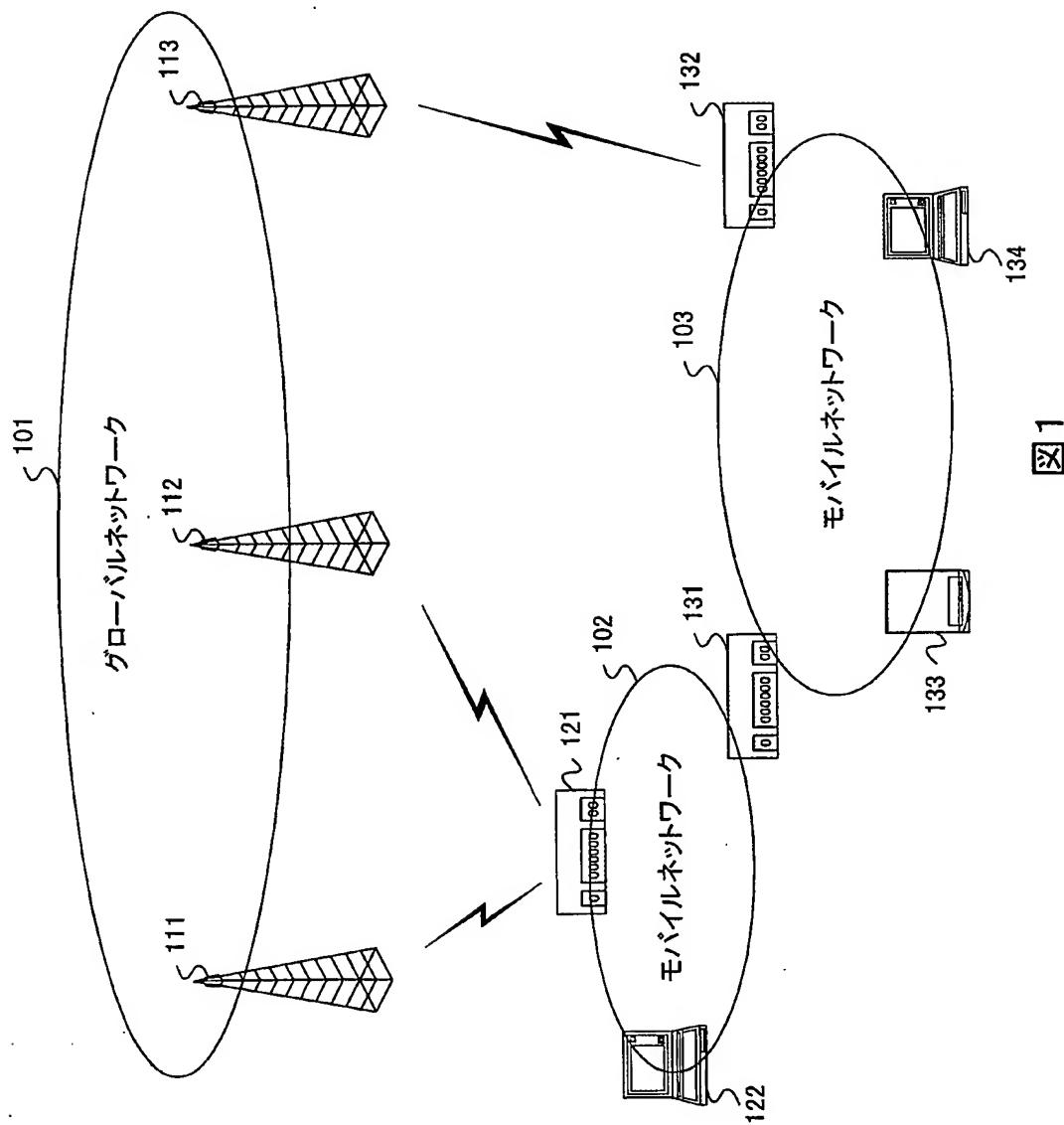


図1

2/5

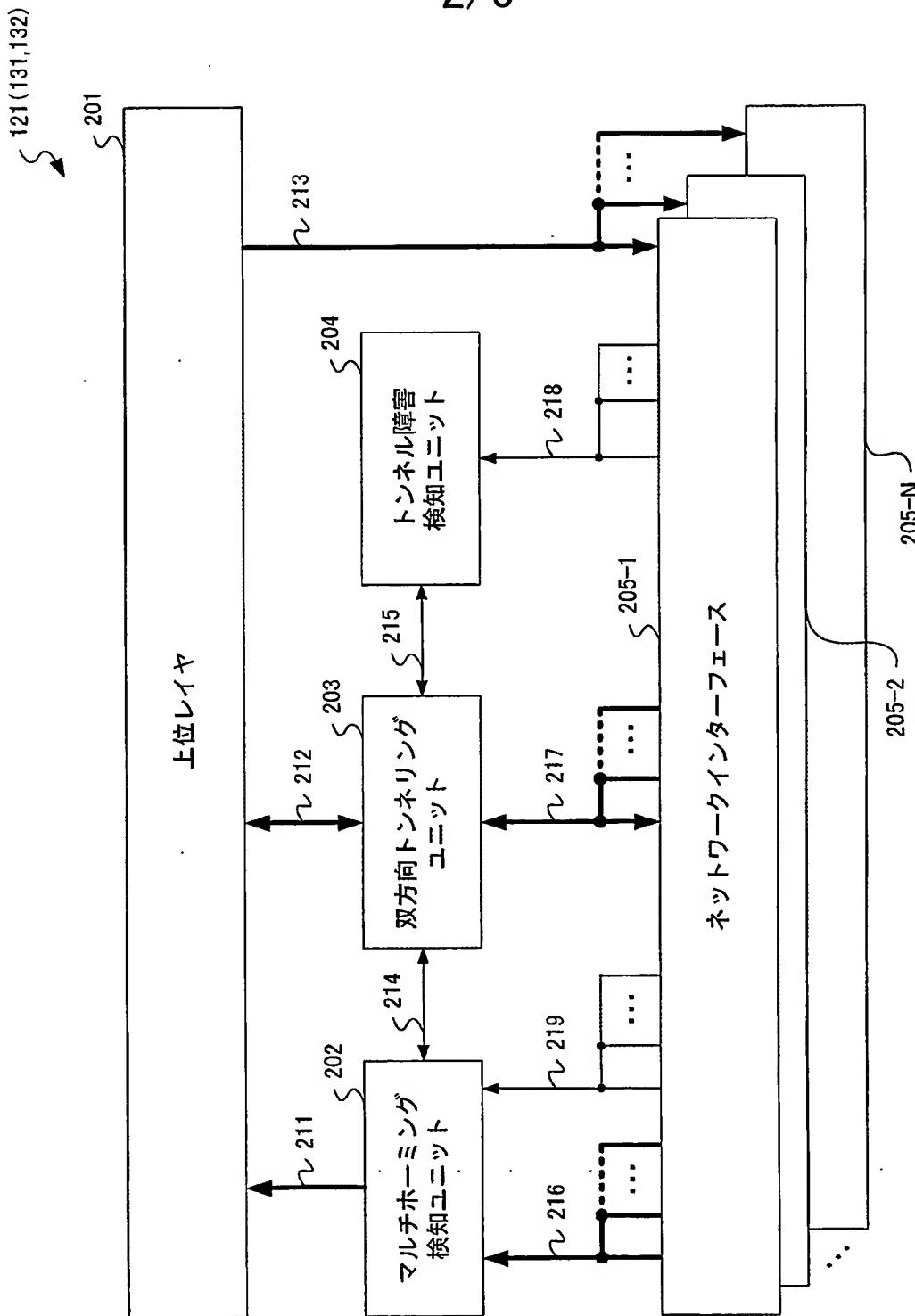


図2

3/5

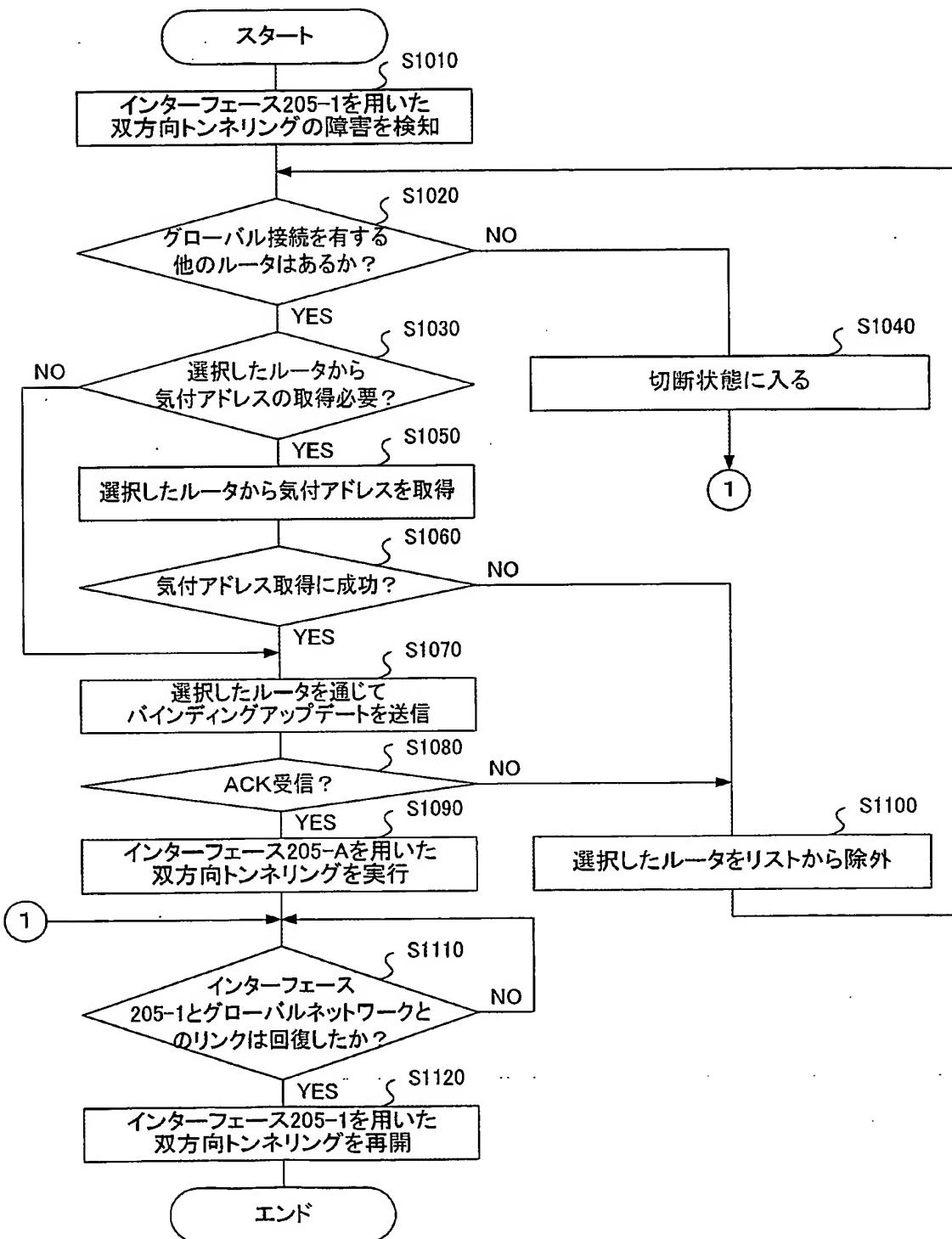


図3

4/5

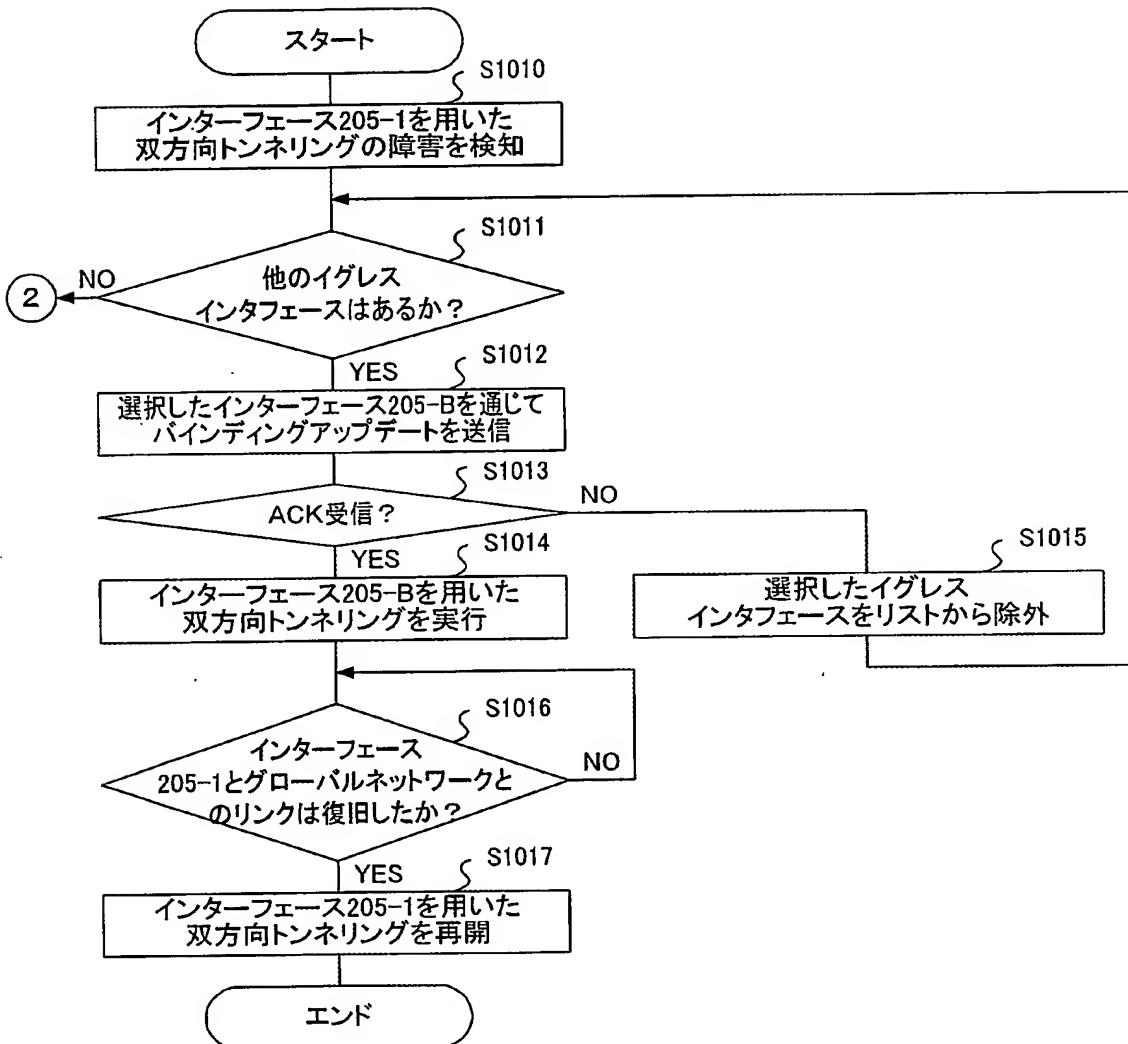


図4A

5/5

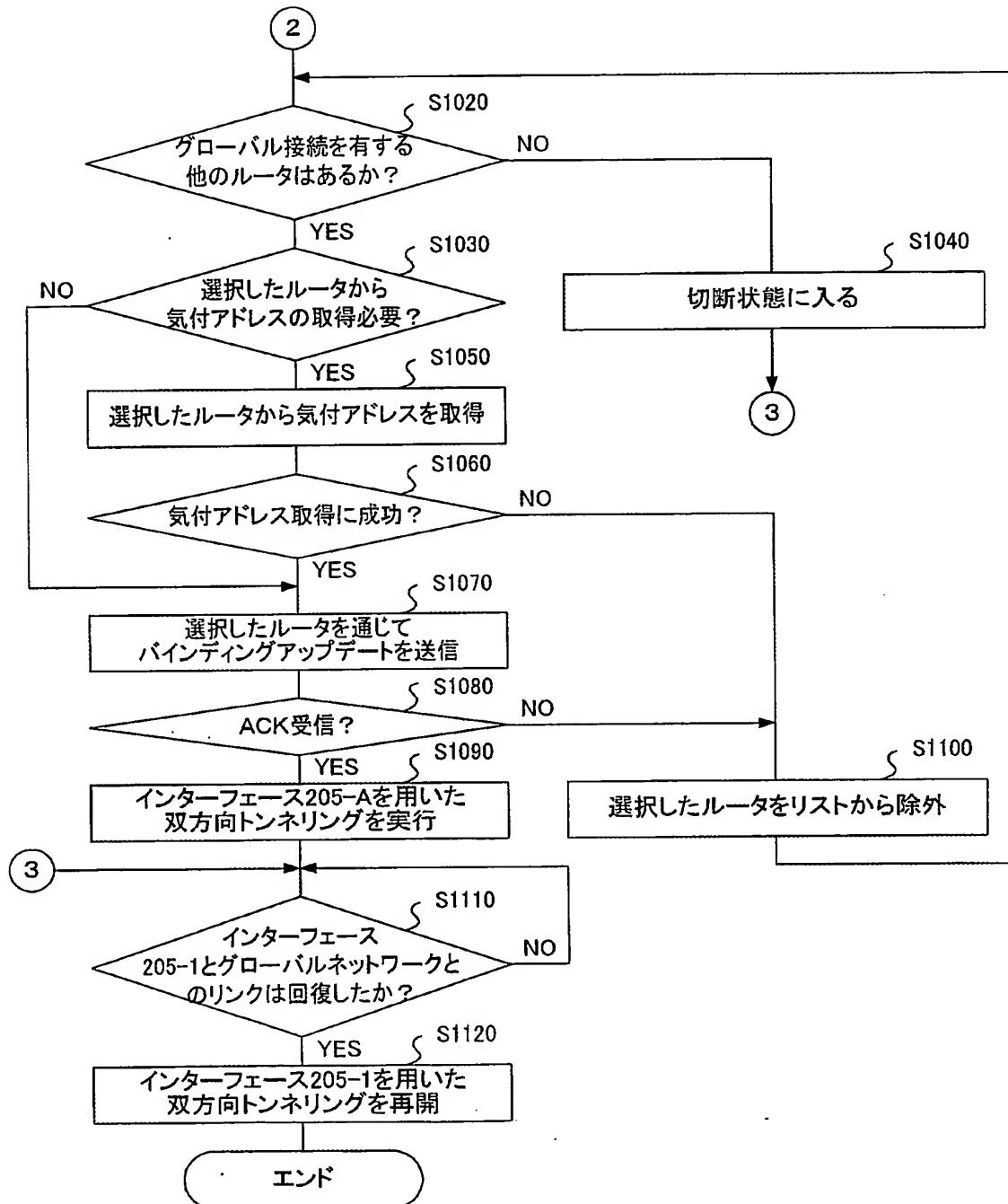


図4B